Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 43 (1952)
Heft: 22

Artikel: Die Entwicklung des automatischen Fernsprechverkehrs in der Schweiz
Autor: Klingelfuss, G.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1057906

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

43e année N° 22 Samedi, le 1er Novembre 1952

BULLETIN

DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS

Die Entwicklung des automatischen Fernsprechverkehrs in der Schweiz

Von *G. Klingelfuss*, Bern

621.395.34 (494)

Dieser Artikel beschreibt die im Jahre 1917 begonnene Automatisierung des Fernsprechverkehrs in der Schweiz und wie in rascher Folge der automatische Betrieb des Orts- und Netzgruppen-Verkehrs und später des Fernverkehrs verwirklicht wurde. Die Ausdehnung des teilweise automatischen Betriebes auf den internationalen Fernverkehr bildet den nächsten Schritt auf diesem Gebiete der Technik.

Description de l'automatisation du trafic téléphonique en Suisse, entreprise à partir de 1917, tout d'abord dans les réseaux urbains, puis dans les réseaux interurbains. Cette automatisation sera étendue partiellement au trafic téléphonique international.

Die Schweiz feiert dieses Jahr das 100-Jahr-Jubiläum der Einführung des elektrischen Nachrichtenwesens. Die erste Einrichtung dazu war der elektrische Telegraph, der jahrelang das einzige Mittel war, um Nachrichten von einem Ort zum anderen weiterzuleiten.

Das Telephon, ein jüngerer Bruder des Telegraphen, wurde erst im Jahre 1876 als erstes brauchbares Mittel zur Übertragung des gesprochenen Wortes erfunden. Die Einführung des Telephons in der Schweiz erfolgte im Jahre 1881, und es dauerte nur 4 Jahre, bis die Nachrichtenübermittlung durch das Telephon diejenige durch den Telegraphen überflügelte.

Die Gesprächsverbindungen wurden in allen Ländern und werden z. T. heute noch über handbediente Telephonzentralen hergestellt, was jedoch schon bald nach Erfindung des Telephons verschiedene amerikanische Köpfe dazu bewog, Mittel zu suchen, um diese Arbeit ohne menschliches Dazwischentreten durch Maschinen ausführen zu lassen. Es dauerte jedoch viele Jahre, bis ein brauchbares Maschinen-System gefunden wurde; in Europa wurde die erste automatische Telephonzentrale nach dem Strowger-System im Jahre 1910 in Deutschland eröffnet.

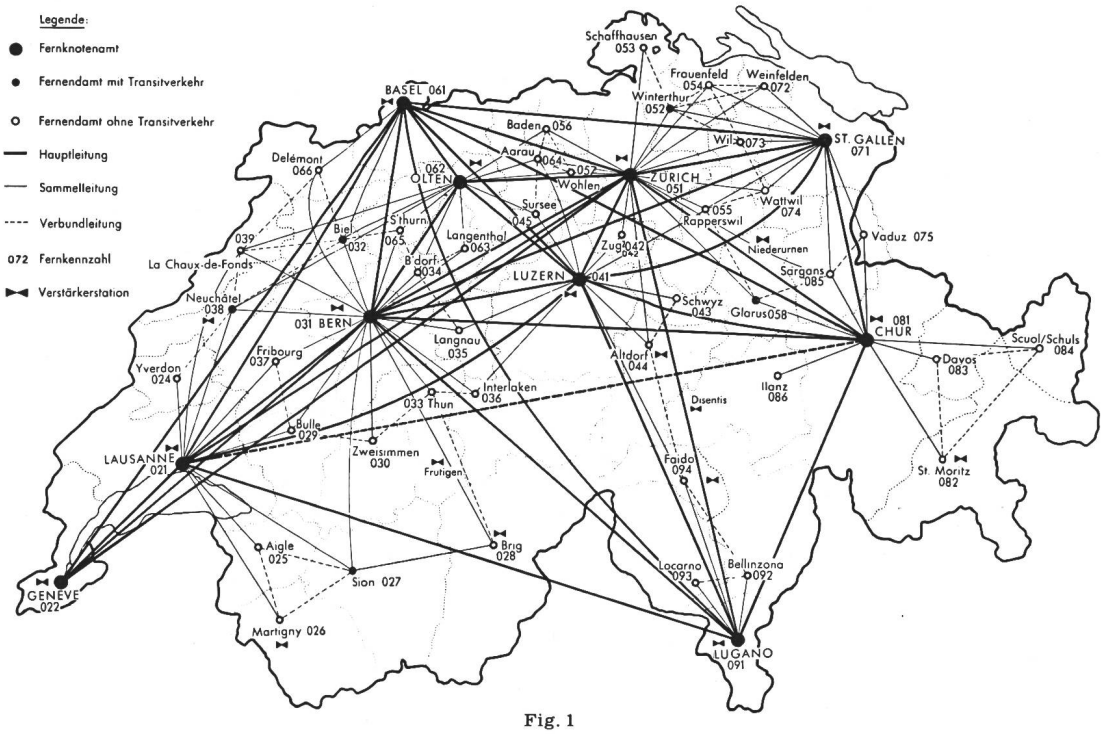

Fig. 1
Automatisches Fernnetz der Schweiz

In der Schweiz wollte man den grossen Sprung vom Hand- zum vollautomatischen Betrieb nicht wagen; deshalb wurde einer Zwischenlösung in der Form eines halbautomatischen Systems erstmals beim Bau der Zentrale Hottingen in Zürich der Vorzug gegeben. Diese nach dem Rotary-System der

Bell Telephone Co. gebaute Anlage wurde im Jahre 1917 dem Betrieb übergeben. Im Jahre 1924 erfolgte deren Umbau auf vollautomatischen Betrieb, nach-

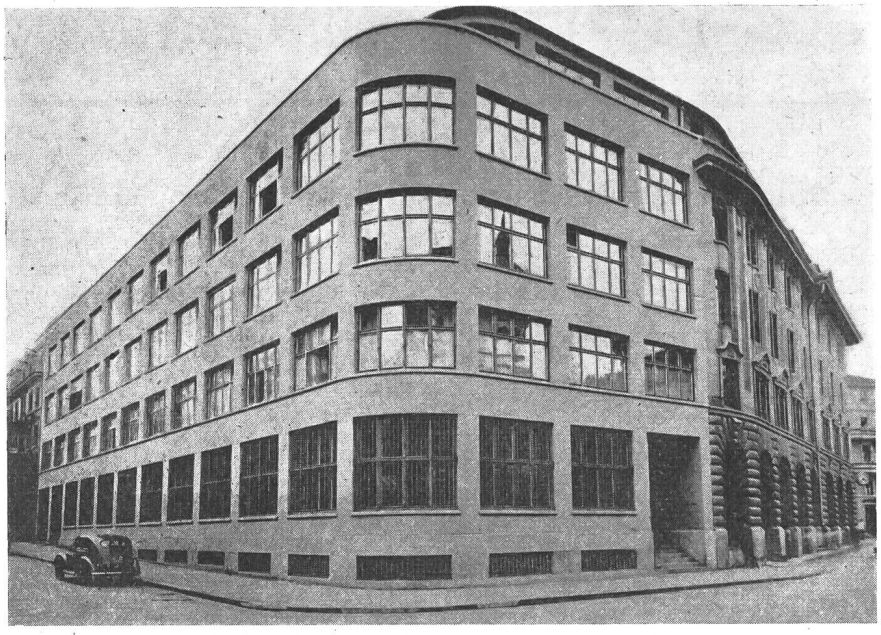

Fig. 2
Gebäude des automatischen Fernamtes Zürich

dem vorgängig in Lausanne und Genf bereits die ersten vollautomatischen Zentralen dem Betrieb übergeben worden waren. (Interessehalber sei erwähnt, dass die aus dem Jahre 1917 stammende Zentrale Hottingen auch heute noch ihren Dienst versieht und 1953 durch eine modernere Anlage der Standard Telephon und Radio A.-G. ersetzt wird.) Die Automatisierung der Telephonzentralen und deren Vorteile waren damit als neue Errungenschaft auch in der Schweiz anerkannt und wurden vorerst im Lokalverkehr eingeführt. Ende der 20er Jahre wurde der automatische Betrieb ebenfalls auf die Landnetze ausgedehnt.

Nachdem die Entwicklungsperiode für die Automatisierung des Telephonverkehrs in den Stadt- und Landnetzen abgeschlossen war, begann man sich Anfang der 30er Jahre ernsthaft mit dem Gedanken zu befassen, den Fernverkehr ebenfalls zu automatisieren, d. h. dem Teilnehmer die Möglichkeit zu geben, seine Telephonverbindungen nicht nur innerhalb derselben Ortschaft (Ortsverkehr) oder mit einem in der gleichen Netzgruppe wohnenden Teilnehmer (Netzgruppenverkehr) selbst herzustellen, sondern diese Möglichkeit auch auf den eigentlichen Fernverkehr auszudehnen. Mit der Automatisierung der Netzgruppenzentralen waren bereits verschiedene Probleme gelöst worden, die auch für den automatischen Fernverkehr als Grundlage dienen konnten. Dazu gehören beispielsweise die Übertragung von Impulsen auf längeren Leitungen mit Hilfe von Gleich- oder Wechselstrom, sowie die Mehrfachzählung, d. h. die Zählung der Gesprächsverbindungen nach Zeit und Zone.

Der erste Schritt begann mit der Einführung der sog. Fernwahl. Bei diesem Verfahren musste der Teilnehmer die gewünschte Verbindung im Fernamt anmelden. Die Ferntelephonistin wählte hierauf direkt den gewünschten Teilnehmer und stellte die Verbindung rückwärts mit dem Teilnehmer her, welcher die Verbindung verlangt hatte.

Der nächste Schritt war die Verwirklichung des automatischen Fernverkehrs zwischen den Teilnehmern einzelner Städte, welche relativ kurze Entfernungen unter sich aufwiesen, beispielsweise Bern–Lausanne, Zürich–Basel u. a.

Der Weg zur weitern Entwicklung war nun vorgezeichnet. Der Gedanke, das ganze schweizerische Telephonnetz so zu gestalten, dass jeder Teilnehmer in irgend einer Ortschaft einen beliebigen anderen Teilnehmer des schweizerischen Telephonnetzes direkt wählen und aufrufen kann, war gegeben.

Die Verwirklichung dieses Gedankens war aber nicht so einfach; es galt noch verschiedene Hindernisse zu überwinden. Einmal musste eine Lösung gefunden werden, um die drei vorhandenen Auto-

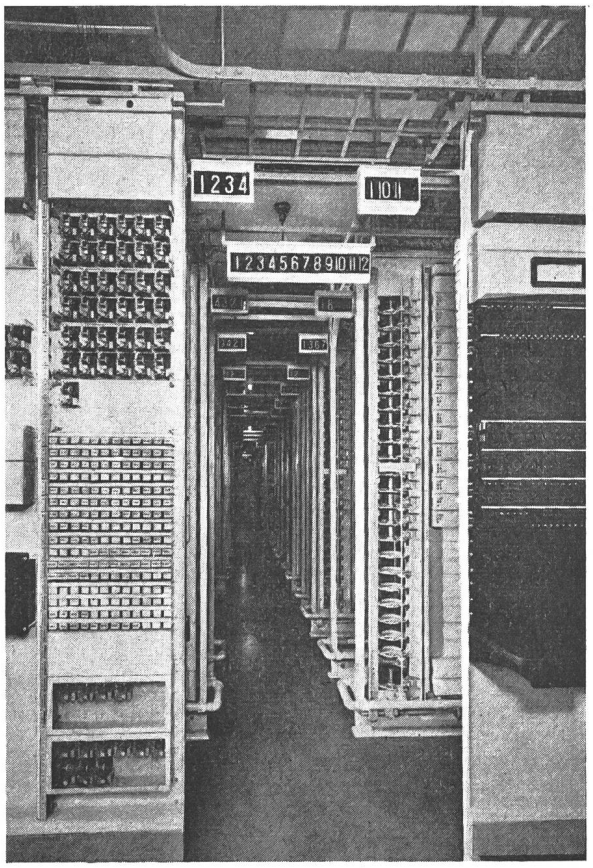

Fig. 3
Ausschnitt aus dem automatischen Fernamt Zürich

matensysteme Standard (Bell), Hasler und Siemens, die ganz verschiedene Eigenschaften besitzen, einander soweit anzupassen, dass von einem System in das andere gewählt werden kann.

Ein ebenso wichtiger Faktor wie die Lösung der schalttechnischen Probleme für die Verwirklichung der Automatisierung des schweizerischen Telephonnetzes war aber die Lösung der übertragungstechnischen Probleme, d. h. es musste untersucht und festgestellt werden, ob sich das bestehende schweizerische Telephonkabelnetz ohne tiefgreifende Änderungen für den automatischen Fernverkehr eignen werde, ohne dabei die bisherige Übertragungsgüte einzubüssen. Ferner kam dazu, und dies war das schwierigste Problem, die selbsttätige Einschaltung eines Verstärkers in eine Fernverbindung, falls diese infolge ihrer grossen Leitungslänge eine allzugrosse Dämpfung aufweist. Es musste dazu ein ganz neues Schaltelement, der Wahlverstärker mit automatischer Verstärkungsgrad-Regulierung, entwickelt werden.

Eine weitere wichtige zu lösende Aufgabe war die Abwicklung des sog. Tandemverkehrs, d. h. die automatische Herstellung einer Fernverbindung im Transit über ein anderes Fernamt, beispielsweise Winterthur–Basel im Transit über Zürich. Bei der Herstellung einer solchen Verbindung muss in Zürich automatisch ein Wahlverstärker eingeschaltet werden, damit das Gespräch auf dieser zusammengesetzten Leitung nicht allzustark gedämpft wird.

Die Untersuchungen und Studien dieser Fragen sind durch die Standard Telephon & Radio A.-G. und ihre Vorgängerin (Bell Telephone Mfg. Co.) bereits im Jahre 1930 aufgenommen worden. In gemeinsamer Arbeit mit der PTT hat die Standard dazu beigetragen, den automatischen Fernbetrieb in der Schweiz zu verwirklichen. Gestützt auf die Erfahrungen im Städtewahlbetrieb und auf Grund der durch die Standard durchgeführten Studien hat die PTT eine Reihe von Forderungen für den automatischen Fernbetrieb aufgestellt und diese in einem Pflichtenheft, den sog. Grundforderungen, zusammengefasst. Diese Grundforderungen bildeten den Ausgangspunkt für das Zusammenarbeiten der drei verschiedenen Systeme. Die Richtigkeit der Grundforderungen wurde an Hand von Modellen der drei erwähnten Systeme geprüft und bestätigt.

Mit dem Bau des ersten grossen automatischen Fernamtes wurde in Zürich im Jahre 1936 begonnen. Der erste Ausbau umfasste lediglich die Ausrüstung für den abgehenden und ankommenden automatischen Terminal-Fernverkehr von und nach den Teilnehmern des Ortsnetzes Zürich. In einer späteren Etappe folgte die Einbeziehung der Teilnehmer der Netzgruppe Zürich in diesen Verkehr. Die Einführung des Tandemverkehrs erfolgte wie erwähnt im Jahre 1944. Im gleichen Zeitabschnitt wurden ebenfalls die automatischen Fernämter in Basel und Genf nach dem System Bell-Standard gebaut.

Bei der Entwicklung eines automatischen Fernwahlsystems müssen ganz andere Grundsätze befolgt werden als beim automatischen Orts- oder Netzgruppensystem. Beim automatischen Fernverkehr sind die gestellten Bedingungen wesentlich zahlreicher und von anderer Art, wobei in erster Linie stets genügend Schaltwege und Fernleitungen zur Verfügung stehen müssen, damit jeder auftretenden Verkehrsstauung begegnet werden kann.

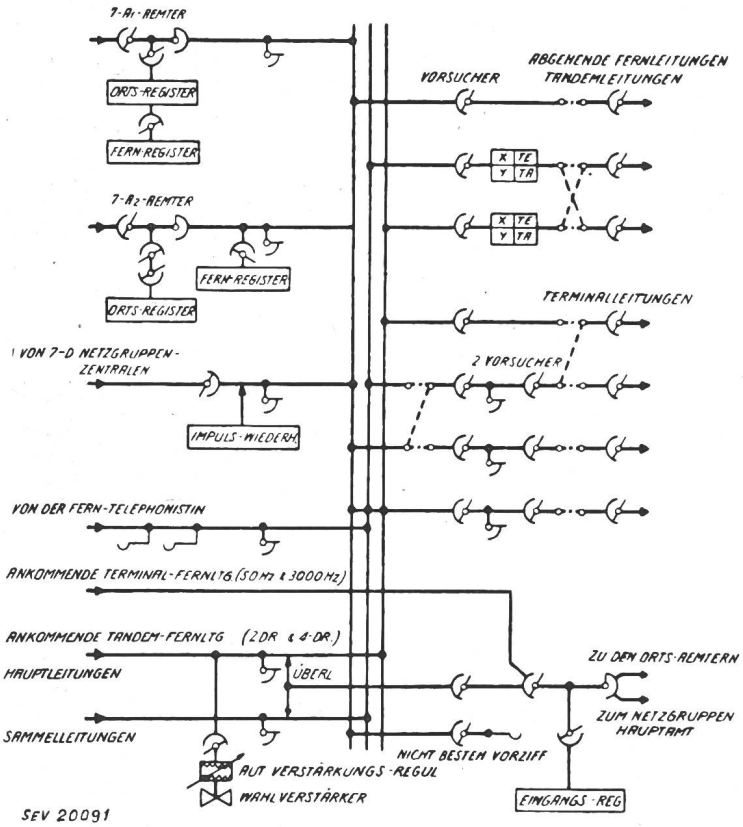

Fig. 4
Vereinfachtes Verbindungsdiagramm des automatischen Fernamtes Zürich

Beim manuellen Fernbetriebsystem ist die Zahl der vorhandenen Fernleitungen zwischen zwei bestimmten Fernämtern einem normalen Verkehr entsprechend angepasst. Tritt zu gewissen Zeiten ein Verkehrsandrang auf, so hat dies Verzögerungen in der Bedienung der Gesprächsverbindungen zur Folge, was sich in oft sehr langen Wartezeiten auswirkt.

Dieser Nachteil wurde im automatischen Fernbetriebsystem dadurch beseitigt, dass zwischen den grossen Fernämtern, den sog. Fern*knoten*ämtern, grosse Leitungsbündel erstellt werden konnten, über welche dank der Automatik ebenfalls Verbindungen nach kleineren Fernämtern, den sog. Fern*end*ämtern, hergestellt werden können. Auf diese Weise erhalten die Fernleitungen eine bessere Ausnützung, und es wird damit auch eine grössere Wirtschaftlichkeit erreicht.

Die Wahl einer automatischen Fernverbindung erfolgt durch das Vorausschicken einer dreistelligen Ziffer, der sog. Fernkennziffer, die stets mit 0 beginnt. Damit wird in der Ortszentrale, an welcher

der Teilnehmer angeschlossen ist, bereits das Kriterium abgegeben, dass es sich um eine Fernverbindung handelt. Die zweite Ziffer, die zwischen 2 und 9 liegen kann, bezeichnet bereits das gewünschte Fernknotenamt (2 für Lausanne, 3 für Bern, 5 für Zürich, usw.). Je nach dieser gewählten zweiten Ziffer wird im Ausgangsfernamt bereits eine Fernleitung nach der gewünschten Richtung angesteuert. Die dritte Zahl der Fernkennziffer bestimmt, ob die Verbindung in der Netzgruppe des betreffenden Fernknotenamtes bleibt (1 als letzte Ziffer), oder ob sie nach einer anderen an dieses Fernknotenamt angeschlossenen Netzgruppe weitergelei-

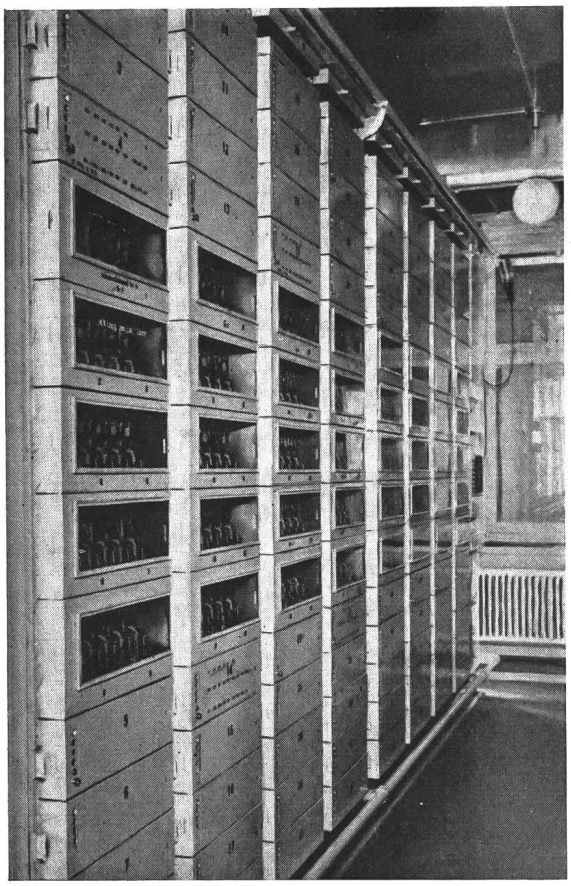

Fig. 5
Gestellreihe mit wählenden Verbindungsleitungen

tet werden muss (beispielsweise 052 für die Netzgruppe Winterthur). Nach erfolgter Wahl dieser Fernkennziffer wird die gewünschte Teilnehmer-Nummer eingestellt, welche fünf- oder sechsstellig sein kann. In den 3 automatischen Fernknotenämtern Zürich, Basel und Genf erfolgt die Steuerung und Verarbeitung der eingesandten Ziffern durch Register.

Die von den Teilnehmern auf diese Weise eingeleiteten Fernverbindungen gelangen über wählende Verbindungsleitungen nach dem automatischen Fernamt.

Diese wählenden Verbindungsleitungen besitzen ausser den normalen Schaltorganen für die Durchschaltung des Anrufes die erforderlichen Apparate für die Richtungswahl, sowie für die Tarifbestimmung und für die Erzeugung weiterer Wahlvor-

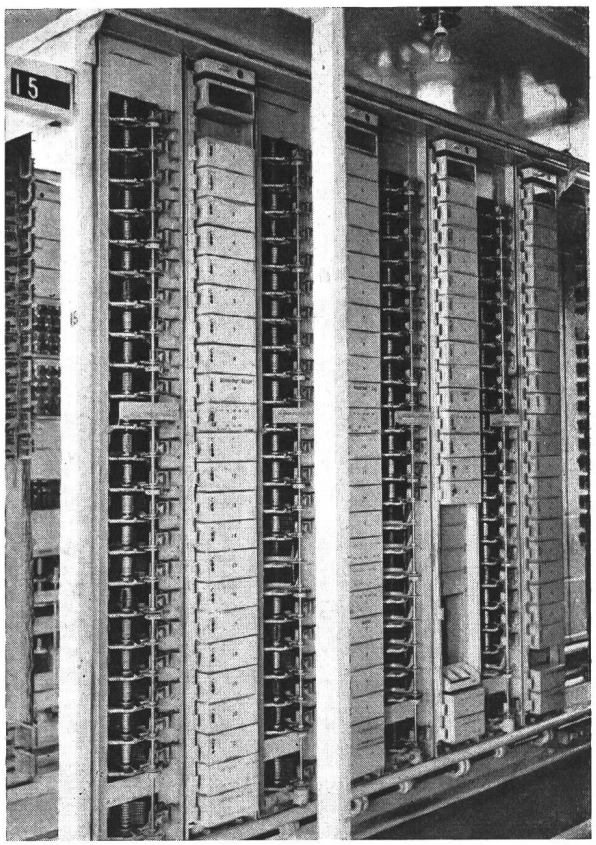

Fig. 6
Gestellreihe mit Vorsuchern

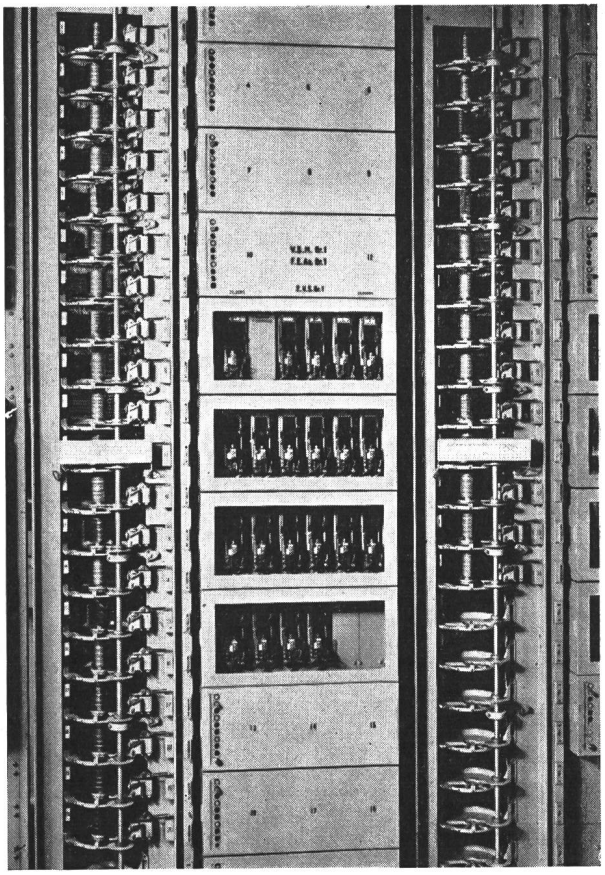

Fig. 7
Vorsucher mit Markierer

gänge bei Tandemwahlen (für Verbindungen, welche über mehr als ein Fernknotenamt oder über ein Fernknotenamt nach einem Fernendamt geleitet werden müssen. Bei Netzgruppen mit verschiedenen Tarifen wird ein Tarifkontrollstromkreis angeschaltet.

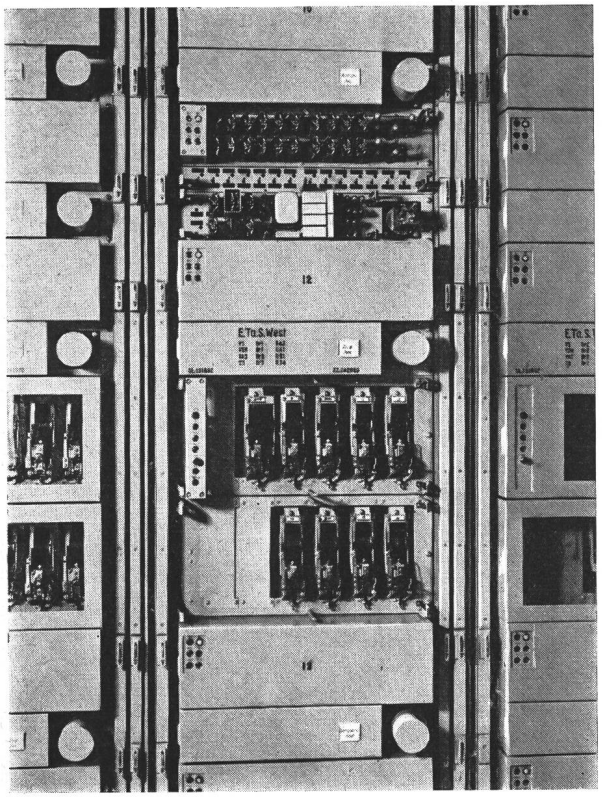

Fig. 8
Ankommende Zweidraht-Tandemleitungen

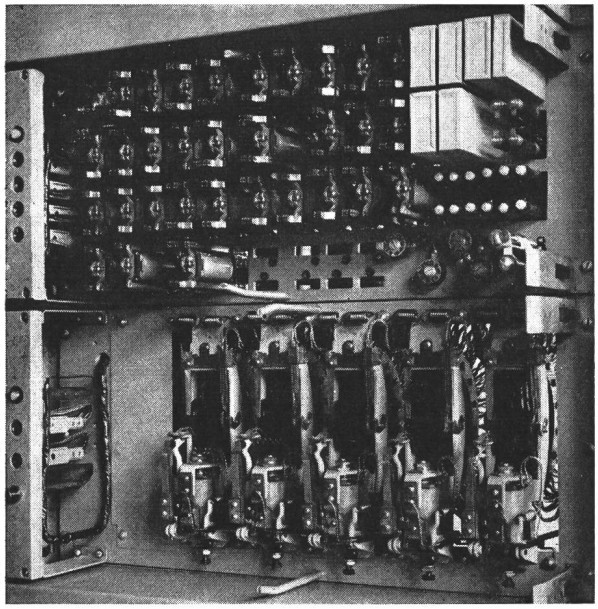

Fig. 9
Ankommende Vierdraht-Tandemleitungen

Der aus den verschiedenen Zentralen der Orts- und Netzgruppe einlaufende Ausgangs-Fernverkehr wird auf einer weiteren Wahlstufe, den Vorsuchern, zusammengefasst, bevor er nach den Ausgangsfernleitungen der einzelnen Richtungen weitergeleitet wird. Diese Vorsucher sind in verschiedene Gruppen unterteilt, welchen ausser den beschriebenen wählenden Verbindungsleitungen für den von der Orts- und Netzgruppe einlaufenden Fernverkehr ebenfalls der aus anderen Netzgruppen ankommende Tandem- oder Transitverkehr zugeleitet wird. Eine besondere Vorsuchergruppe dient dazu, bei unvollständig gewählten oder nicht bestehenden Fern-

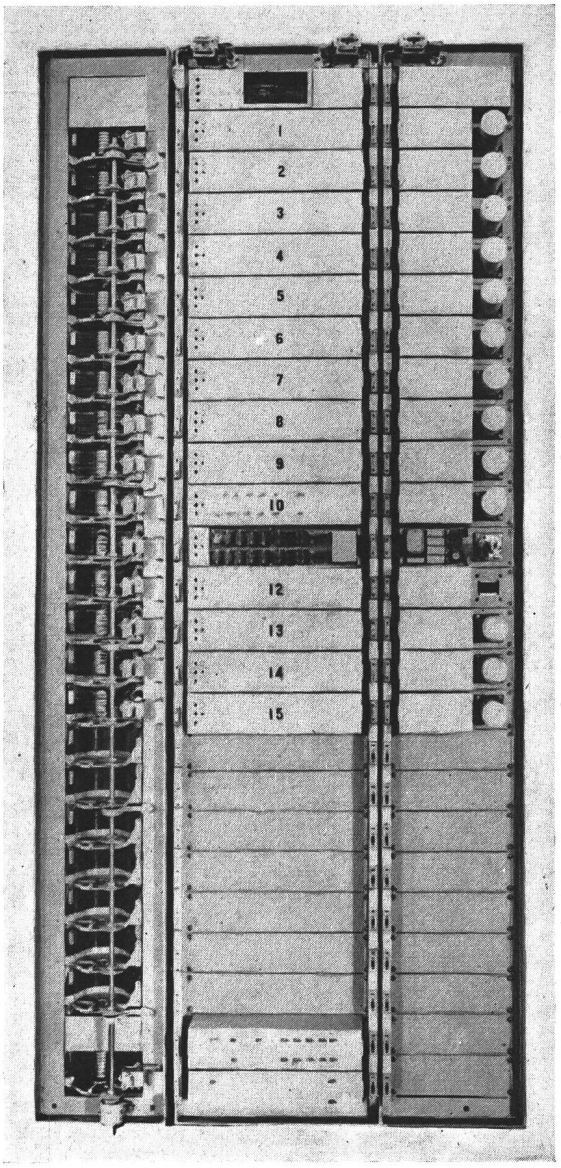

Fig. 10
Abgehende Fernleitungen

kennziffern die eingeleitete Verbindung nach einem durch eine Telephonistin bedienten Abfrageplatz zu leiten, damit der anrufende Teilnehmer auf den Irrtum aufmerksam gemacht werden kann.

Die im automatischen Fernamt ankommenden Fernleitungen sind in zwei Klassen unterteilt, nämlich in Terminal- und Tandemleitungen. Die Terminal-Eingangsleitungen sind, wie die Benennung andeutet, Fernleitungen, welche den beispielsweise in Zürich endigenden und für die Orts- und Land-

teilnehmer der Netzgruppe Zürich bestimmten Eingangsfernverkehr heranbringen. Die Terminal-Eingangsleitungen endigen an Ferneingangsschnüren, von wo aus der Verkehr nach den Ortszentralen oder nach dem Landnetz geleitet wird. Die Tandem-Eingangsleitungen dienen dem beispielsweise im Fernamt Zürich transitierenden Verkehr mit Bestimmung nach anderen Fernknoten- oder Fernendämtern. Diese Leitungsart wird ebenfalls in zwei Kategorien aufgeteilt, nämlich in Hauptleitungen, welche von anderen Fernknotenämtern einlaufen, und in Sammelleitungen, welche den Verkehr von den benachbarten Fernendämtern führen.

Bei den Tandem-Hauptleitungen unterscheidet man weiter Zweidraht- und Vierdrahtleitungen. Bei den zweiten, welche hauptsächlich auf grösseren Strecken verwendet werden, wird jede Gesprächsrichtung einer Verbindung über ein getrenntes Aderpaar geleitet. Diese Schaltung wird vor allem bei Leitungen über Mehrkanal-Trägerkabel verwendet. Die Tandem-Eingangsleitungen sind ausserdem mit Richtungswählern ausgerüstet, damit im Transitverkehr auf Grund der erhaltenen Kennziffer die verlangte Ausgangsrichtung gewählt werden kann.

Die Ausgangs-Fernleitungen, welche an die beschriebenen Vorsucher angeschlossen sind, werden ebenfalls in zwei Kategorien unterteilt, d. h. in Terminal- und Tandem-Ausgangsleitungen. Die Terminal-Ausgangsleitungen übernehmen den Verkehr, welcher für die Zonen des unmittelbar folgenden Fernknotenamtes oder Fernendamtes bestimmt ist, während über die Tandem-Ausgangsleitungen normalerweise derjenige Verkehr geleitet wird, welcher über ein oder mehrere Fernknotenämter im Transit geführt wird. Sind jedoch in einer bestimmten Richtung alle Terminal-Ausgänge nach einem Fernknotenamt belegt, so kann der weitere Verkehr in dieser Richtung auch über Tandemleitungen abfliessen. Die Terminal-Ausgangsleitungen sind ebenfalls zweidrähtig geschaltet, während die Tandem-Ausgangsleitungen grösstenteils in Vierdrahtschaltung angeordnet sind. Diese finden hauptsächlich Verwendung auf den Mehrkanal-Trägerkabeln.

Wie bereits erwähnt, werden bei Transitverbindungen, bei welchen infolge der bisweilen sehr grossen Leitungslängen die Gesprächsintensität stark gedämpft wird, Wahlverstärker eingeschaltet. Die Einschaltung dieser Verstärker und die Einstellung der durch diese abzugebenden Entdämpfung erfolgen selbsttätig auf Grund der in den zusammengeschalteten Leitungen vorhandenen Dämpfung unter Verwendung von sog. Dämpfungsreguliersätzen.

Für die Übertragung der vom Teilnehmer mit der Wählscheibe abgegebenen Impulse sowie der verschiedenen für die Steuerung erforderlichen Signale werden im schweizerischen Fernverkehrsnetz zwei verschiedene Systeme verwendet. Bei Terminalleitungen, welche nur kürzere Distanzen aufweisen, wird 50-Hz-Wechselstrom verwendet, während bei Tandemleitungen, welche heute grösstenteils über Trägerkabel geführt werden, tonfrequenter Wechselstrom von 3000 Hz zur Anwendung gelangt. Die Durchgabe dieser Signalimpulse in den Zwischenverstärker-Ämtern erfolgt über besondere Signalempfänger-Sätze.

Die Einführung des automatischen Betriebes für den Fernverkehr, welcher heute praktisch in der ganzen Schweiz durchgeführt ist, bedeutete einen grossen Anreiz für den Telephonverkehr. Bedenkt man, dass früher oft stundenlang gewartet werden musste, bis man eine bestellte Fernverbindung erhalten konnte, so wickelt sich dieser Verkehr heute sozusagen wartezeitlos ab. Die folgenden Zahlen zeigen deutlich die aussergewöhnliche Zunahme des Fernverkehrs im Inland. Im Jahre 1936, also vor der Inbetriebsetzung des automatischen Fernverkehrs, betrug die Zahl der inländischen Ferngespräche 90 175 000 Gesprächseinheiten zu 3 Minuten. Im Jahre 1951 ist diese Zahl auf 258 961 000 angewachsen.

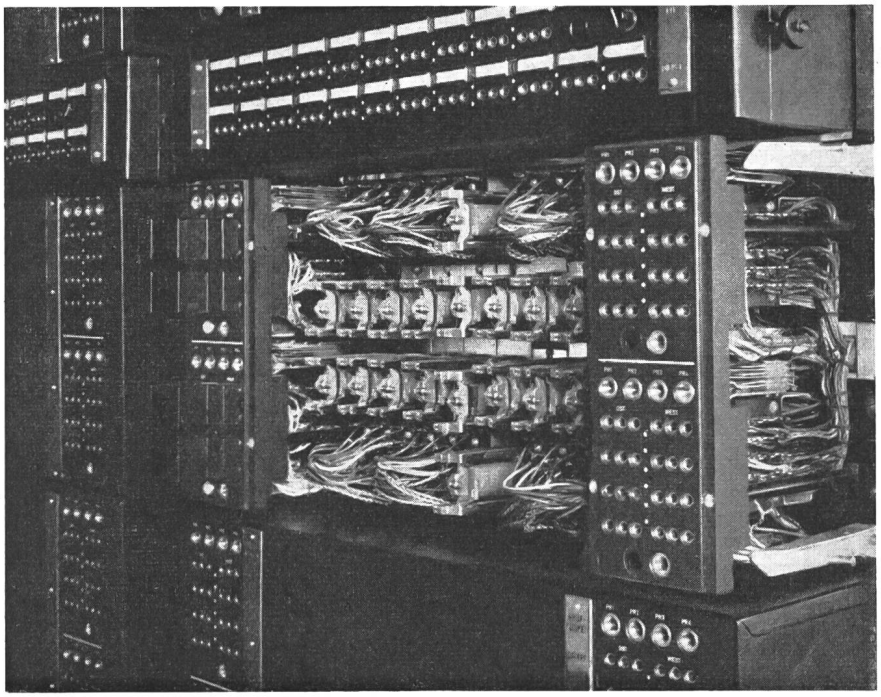

Fig. 11
Automatischer Dämpfungsreguliersatz

Mit der Vollendung des automatischen Fernsprechverkehrsnetzes in der Schweiz ist jedoch der Schlußstrich in der Weiterentwicklung der automatischen Telephonie noch nicht gezogen. Bereits sind weitere Studien im Gange, um ebenfalls den internationalen Fernsprechverkehr bis zu einem gewissen Grade in die Automatik einzubeziehen. Die Ab-

wicklung dieses Verkehrs wird sich so gestalten, dass die im Ausgangsfernamt mittels besonderer Fernkennziffern (beispielsweise 014) angerufene Auslandferntelephonistin den gewünschten Teilnehmer im Auslande direkt wählen kann, ohne dass sich im Eingangsamt eine Telephonistin damit beschäftigen muss. Die Verwirklichung dieses Planes wird seit einigen Jahren im Schosse der Europäischen Fernsprechvereinigung, des Comité Consultatif International Téléphonique (CCIF) studiert und beraten, denn es müssen auch hier gewisse Grundforderungen für das Zusammenarbeiten der in den verschiedenen Ländern verwendeten Systeme und deren Signalisierungsmethoden aufgestellt werden, wozu Versuche mit Modellausrüstungen durchgeführt werden müssen. Bei der Bildung dieses europäischen Fernsprechnetzes mit halbautomatischem Verkehr dürfte der Schweiz als Drehscheibe für den Transitverkehr und mit bereits vorhandenem automatischem Fernsprechnetz eine wesentliche Aufgabe zukommen.

Adresse des Autors:
G. Klingelfuss, Direktor der Standard Telephon & Radio A.-G., Bubenbergplatz 10, Bern.

Elektrische Energieverteilung in den USA

Von *P. M. Minder*, Milwaukee (USA)

621.311.1 (73)

Es wird ein genereller Überblick über die nordamerikanische Energieverteilung vermittelt und auf die Unterschiede gegenüber der europäischen Praxis hingewiesen. Die gewählten Abbildungen sind typisch für die amerikanische Verteiltechnik.

Aperçu général de la distribution d'énergie électrique en Amérique du Nord et des différences qu'elle présente par rapport à la pratique européenne. Les illustrations représentent d'une façon typique les systèmes de distribution américains.

1. Allgemeines

Die amerikanischen Verteilanlagen weichen stark von denjenigen in der Schweiz und dem übrigen Europa ab. Die drei Hauptunterschiede in Amerika gegenüber Europa sind die folgenden:

a) Infolge der niedrigen Verbraucherspannung von nur 120/240 V und der relativ grossen Last muss die Hochspannung nahe an den Verbraucher geführt werden. Ein Unterwerk speist einige hundert Verteiltransformatoren von 5 bis 100 kVA, welche in unmittelbarer Nähe der Verbraucher (Wohnhäuser, gewerbliche Betriebe usw.) aufgestellt sind und relativ kurze Sekundärleitungen von 120/240 V ermöglichen.

b) Alle Apparate sind im Freien, d. h. ohne Verwendung jeglichen Mauerwerkes aufgestellt. Dies gilt vom kleinen, unbedienten Unterwerk bis zu den Zählern, welche an der Aussenseite der Häuser installiert sind. Mit deren Ausnahme

Fig. 1
Typisches «Leitungsgewirr» in einer amerikanischen Kleinstadt
Hochspannungsleitungen bis zu 13 kV werden auch im Stadtzentrum den Strassen entlang geführt zur Speisung der Verteiltransformatoren

sind alle Apparate, wie Verteiltransformatoren, Regulatoren, Kondensatoren usw. mitsamt ihren Schutzapparaten praktisch immer auf Holzmasten direkt unterhalb der Freileitung montiert. Das bedingt, dass sämtliche Apparate für alle Wetterverhältnisse konstruiert sein müssen. Die amerikanische Industrie hat diese Aufgabe glänzend gelöst. Die Apparate können, sowohl im feucht-heissen Südosten, als auch im Norden mit den extrem kalten Wintern ohne Bedenken installiert werden. Diese Praxis der einfachen Freileitungsmontage auf Holzmasten von fast sämtlichen Apparaten für die Energieverteilung ist sicher die billigste. Trotzdem ist die Kontinuität der Energielieferung hervorragend, d. h. die Störanfälligkeit ist gering.

Die Energieverteilung stützt sich ganz auf Freileitungen. Kabelleitungen fehlen fast völlig mit Ausnahme für die Energiebelieferung der unmittelbaren «down town aeras» von Großstädten. Fig. 1 zeigt eine der Hauptstrassen im Kern einer Kleinstadt mit 12 000 Einwohnern. Einzelne Leitungen in diesem Bild führen Spannungen bis zu 13 kV.

c) Es werden ausschliesslich direkt wirkende (primäre) Schutzapparate von der Unterwerk-Sammelschiene bis zum Verbraucher verwendet. Praktisch jede abgehende Leitung (feeder) von der Unterwerk-Sammelschiene (substation bus) ist direktwirkend geschützt, d. h. ohne Verwendung von Strom- oder Spannungswandlern. Das gleiche gilt für sämtliche an den Verteilleitungen (distribution line) angeschlossenen und schon vorher aufgezählten Apparaten. Diese sind durchwegs mit sog. cut-outs geschützt, einer Art sichtbar öffnender Hochspannungs-Sicherung.

Je nach Grösse des Unterwerkes beträgt die ankommende Spannung 220, 110, 66 oder 33 kV. Die beiden letzten Werte werden in Amerika als «Unterübertragungsspannungen» (sub transmission voltage) bezeichnet, wobei die 33-kV-Spannung mehr und mehr als Verteilspannung (distribution voltage) erachtet wird. Die gebräuchlichen Verteilspannungen sind die folgenden:

14,4/24,9 kV Y
13,2/23 kV Y und △
7,62/13,2 kV Y
7,2/12,5 kV Y
4,8 kV △
2,4/4,16 kV Y
2,4 kV △

Die Gründe für die z. T. unbedeutenden Unterschiede zwischen zwei benachbarten Spannungen sind entwicklungsgeschichtlicher Natur und sollen hier nicht erläutert werden.

Die Verbraucherspannungen an der Sekundärseite der Verteiltransformatoren sind 120 V bzw. 240 V einphasig und 208 V bzw. 240 V dreiphasig.

Im folgenden sollen nun die einzelnen Komponenten eines ganzen Verteilsystems besprochen werden, vom Unterwerk bis zum Verbraucher.